

基于知识与规则的城市管线数据计算机监理校验

许婷

(南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210097)

[摘要] 本文通过对城市管线数据的分析与处理, 得到对城市管线数据进行计算机监理校验的知识与规则, 并利用这些知识与规则进行综合的城市管线数据校验。

[关键词] 知识与规则; 数据校验; 地理信息系统; 人工智能

[中图分类号] P208 [文献标识码] A [文章编号] 1001-8379(2005)01-0023-04

URBAN PIPELINES DATA CHECK-UP BASED ON KNOWLEDGE AND RULES

XU Ting

(The College of Geographic Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: This paper, in order to realize urban pipelines data check-up based on knowledge and rules by computer, analyses in depth the knowledge and rules of pipelines data. Here we describe knowledge representation model, instantiation of the knowledge base, rule editor and data check-up content.

Key words: Knowledge and Rules; Data check-up; GIS; Artificial intelligence

1 引言

城市管线是城市的重要基础设施, 它的安全运行是现代化城市高效率、高质量运转的保证。随着城市建设的发展, 城市管线的分布日趋密集与错综复杂。许多部门都迫切需要完整、可靠、准确的管线现状资料来指导其规划管理与施工。但是, 目前由于管线现状资料的缺漏和偏差以及传统管理方式的低效率, 在施工中损坏管线从而导致停水、停电、停气、通讯中断等事故的例子屡见不鲜; 而有些道路及管线工程无法按设计进行施工, 不得不在现场修改设计方案的事也经常发生。此外, 由于需要处理的数据越来越大, 在其中出现数据的差错是不可避免的, 因此利用计算机对城市管线数据实施监理校验成为研究的主要课题之一^[1]。

2 外业探测数据成果及数据入库中存在的问题

2.1 城市管线数据库数据的组成

管线数据库是城市综合管线地理信息系统的基础, 是面向城市规划与城市管理这个目标的, 以满足各管线单位对管线信息的需求。城市管线数据组成如图 1 所示, 包括给水、排水、燃气、热力、电力、电信、工业管道等几大类, 这些就像人体内的“血管”和“神经”, 是城市物质流、能量流、信息流输送的重要脉络, 是城市赖以生存和发展的物质基础。在管线普查的过程中对每条管线要查明其平面位置、起始埋深、起始标高、终止埋深、终止标

高、材质、管径、建设年代、权属单位等诸多信息。除了管线的线与点外, 城市管线数据库还包括道路、建筑物、注记等辅助要素层。由于管线的规划审批、施工管理都是以道路为依据的, 除现状道路外还要有规划道路, 尤其是规划道路红线, 它是管线工程规划审批的依据, 也是规划拨地管理的主要依据, 所以道路要素层在管线数据库中的作用相当重要^[1]。

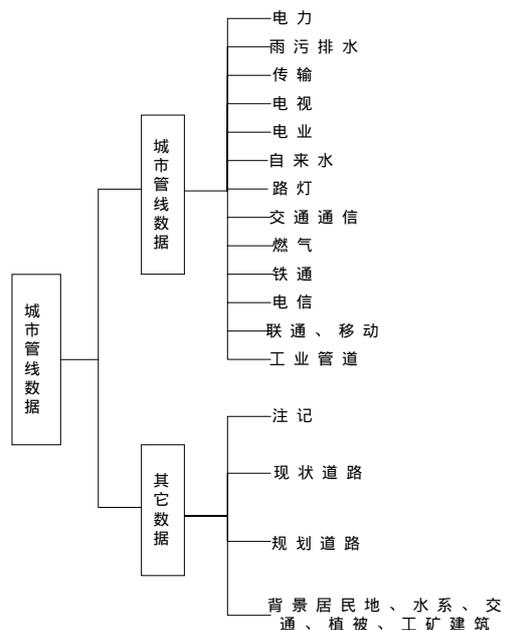


图 1 城市管线数据图

2.2 城市管线数据入库中存在的问题

城市管线数据入库中存在的问题一般可以分为语法上的错误和语义上的错误。

(1) 语法错误：包括设备设施管线的编码不规范（输入的编码无效、编码重复等）、设备设施管线的属性值为空（设备设施管线的编码值、特征点和附属物、所属道路、修测类型、建设年代、埋设方式等值是否为空）、设备设施管线属性字段不合理（建设年代输入不合法、埋设方式输入不合法等）、设备设施管线数据不合理等；

(2) 语义错误：包括设备设施单一管点变径连接的两条管线的管径相同、变质连接的两条管线的材质相同、三通或四通设备连接超过三条或四条以上的管线、同一位置出现相同的两个或两个以上的设备等错误；此外还包括设备设施管线不满足城市工程管线综合规划规范规定的平面距离要求以及垂直距离要求等。

3 城市管线数据校验中知识与规则的挖掘与处理

3.1 知识的获取

在知识获取之前首先要有一定的知识来源，城市管线数据校验中主要知识来源可以有以下几个方面：

(1) 城市管线数据采集和校验领域专家的知识以及他们对处理城市管线数据采集和校验问题的思维和推理方法。

(2) 有关城市工程综合管线工程规划规范，它们中间包含了丰富的城市管线数据校验的方法和规则。

(3) 有关城市管线数据校验的各种参考书和学术论文，它们是城市管线数据校验的理论性知识。

知识获取是城市管线数据校验中的关键一步，也是较为困难的一步，知识获取大体有三种途径：人工获取、半自动获取和自动知识获取。自动知识获取属于机器学习的范畴。人工、半自动知识获取一般包括心理学方法、知识工程语言和知识获取工具等^[2]。本文采用的知识获取模型见图 2。

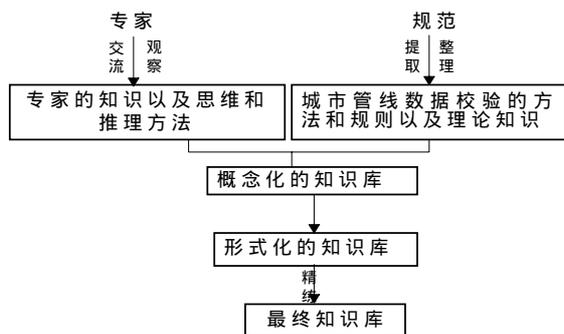


图 2 知识获取模型图

采用以上的城市综合管线知识与规则获取的流程和方法，经过与领域专家充分交流，挖掘出以下几类知识与规则：

(1) 普遍的几何知识：普遍的几何知识指各种设备设施管线的数量、大小、形态特征等的普遍几何特征，可将目标分成点状目标（如检查井、三通、阀门等）、线状目标（如电力管线、排水管线等）和面状目标（居民地）三类。如根据三通只能连接三条或少于三条管线的属性特征，所以在校验的过程中就可以对不符合这一条件的设备设施进行校验。

(2) 空间分布规律：空间分布规律是指目标在地理空间的分布规律。各种设备、线路在空间的分布规律就属于这一类知识。如各种管线的水平分布规律、交叉管线的垂直分布规律等。

(3) 空间关联规则：空间关联规则是指空间目标间相邻、相连、共生、包含等空间关联的规则。在城市管线中包括设备与设备之间的关联、设备与线路之间的关联、线路与线路之间的关联。

(4) 空间特征规则：空间特征规则是指某类和几类空间目标的几何的和属性的普遍特征，即对共性的描述。如在城市排水管线中，排水管线的流向一般为自上至下。

(5) 其它各种分空间的知识与规则：在这部分知识里，行业专家的经验是重要的一种形式。

3.2 知识的表示

知识表示，是指面向计算机的知识描述或表达形式和方法。面向人的知识表示形式，目前还不能完全直接用于计算机，因此就需要研究适合于计算机的知识表示模式。具体来讲，就是用某种约定的形式结构来描述知识，而且这种形式结构还要能够转换为机器的内部形式，使得计算机能方便地存储、处理和利用^[2]。

本文中的知识表示采用数据库技术和面向对象结合的方式。建立知识库和方法库分别存储和管理知识和方法；知识库里的规则和方法的连接在数据库中完成，动态、自动地完成，在使用中表现为对象。

4 基于知识与规则的城市管线数据校验实现

4.1 总体设计

基于知识与规则的城市管线数据校验是通过对象知识与规则的挖掘与处理，建立用于存储综合规则的知识库，在知识库平台的基础上建立用于实施综合问题求解的推理机、用于存放综合问题和中间数据信息的问题库以及和用户之间进行交互通信和信息交换的用户界面最终由用户添加一些领域规则以达到数据校验的目的。图 3 为基于知识与规则的城市管线数据校验的综合框架^{[2][3]}。

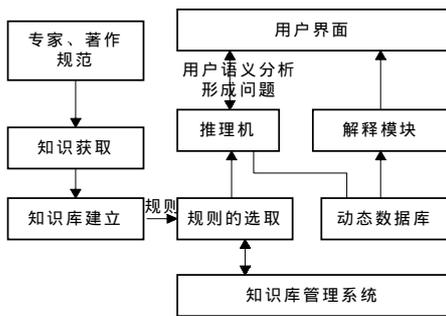


图3 城市管线数据校验综合结构图

实际的软件设计要求采用模块化的结构设计，以达到可重用性、可扩充性、可修改性、易用性的目的。鉴于以上考虑，本软件重要采用 Delphi、Oracle 作为开发工具，其中把一些通用的函数和接口封装在 COM 组件中，用 Delphi 做成一个主控程序。

4.2 知识与规则管理器的建立

知识与规则管理器包括知识项的添加、删除、修改、检查、查询和统计等功能，这些功能在关系数据库环境中更容易实现，知识库的内容一定要保证正确性和一致性，否则知识在应用过程中就会出现很多意想不到的事情，甚至会出现灾难性的后果。例如：在城市综合管线中，热力管线不宜靠近电力管线，热力管线和电力管线在水平方向上的距离不应该小于 2 米，如果这一规则出现错误就有可能出现热力管线爆炸的可能。

根据上文获取的城市管线行业的知识与规则，建立知识与规则管理器(如图 4 所示)及知识库(如图 5 所示)，该管理器的主要功能是提供界面用以构建各行业的知识库和规则库，其主要功能包括：

(1)新建行业

输入行业名称和该行业所属管线类型，可新建一个行业并放至所属的管线下。

(2)删除行业

删除一个行业的所有数据，包括该行业的设备信息和知识库。

(3)新建设备

输入新建设备名称，选择设备所属行业，设备的几何类型和管线类型，可为该行业新建一个设备。

(4)新建知识

在源设备树和汇设备树上分别选择一种设备，或选一种子设备（除相通性对源和汇有限制之外，其它知识对源和汇设备无前后顺序限制，相通性必须把上游设备设为源设备，下游设备设为汇设备），并选择知识类型输入最大最小值，系统将自动产生根据设备和知识的当前值自动产生信息，也可修改错误提示的内容。确定后将此知识存入管线知识库中。

(5)编辑知识

查看所有知识，可选中一个知识删除，也可新建知识。

(6)删除设备

在管线树上选中一个设备右键可删除该设备的数据，包括设备的属性字段和所有符号信息。

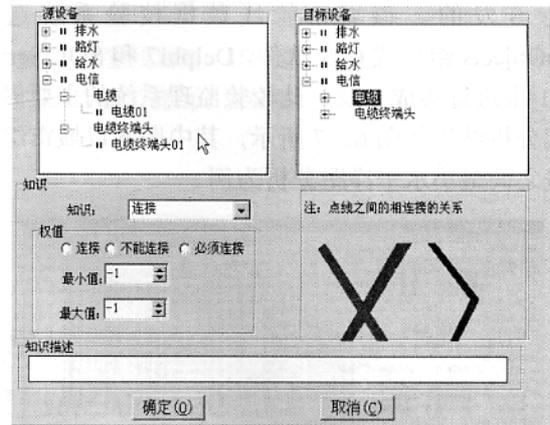


图4 知识与规则管理器

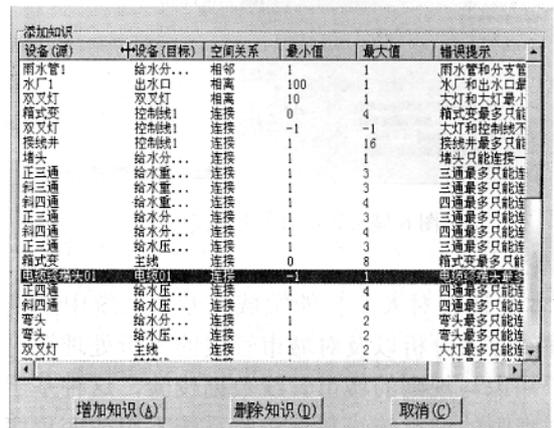


图5 知识库

4.3 数据校验内容描述

城市管线数据校验分为对管点的校验和对管线的校验。

(1)对管点的校验包括语法上的管点空值校验和字段合理性校验；语义上的独立点校验、重复点校验、变径校验、变质校验、管点合理性校验、管点连通性校验、埋深常理性校验、高程合理性校验等；

(2)对管线的校验包括语法上的管线空值校验和管线数据合理性校验；语义上对已存在管线的审核以及设计管线的审核。对已经存在的所有管线通过进行最小水平净距、最小垂直净距和最小覆土深度分析来审核所有的管线之间是否符合国家工程建设标准，将审核成果保存在结果库中；设计完一条管线，要对其进行审核，审核设计的管线与其余管线及已经存在的管线是不是满足规范规定的平面距离要求以及垂直距离要求，满足则通过审核，不满足

则对设计进行修改直至审核通过为止，然后将审核成果保存在结果库中。

4.4 运行实例

本文引用实例是根据中华人民共和国国家标准建设部行业标准 GB50289-98《城市工程管线综合规划规范》，参照中华人民共和国国家标准 GB8566-88 进行开发的。该城市管线数据校验系统选用 MapObjects 组件式 GIS 软件、Delphi7 和 SQL Server 2000 来进行集成开发。此校验监理系统的主要界面及其分析结果如图 6、7 所示，其中图 6 以城市综合管线之间最小水平净距分析为例。

本文对浙江省丽水市的综合管线数据入库中进行了校验，证明了这种基于知识与规则的城市管线数据校验是切实可行的，但仍然需要进一步的研究。

序号	管类1	管类2	管类水平距离	管类最小水平净距	备注
10	电力管架	热力管架	7.301米	0.5米	最小净距
19	电力管架	热力管架	0.202米	0.5米	最小净距
20	电力管架	热力管架	0.901米	0.5米	最小净距
21	热力管架	热力管架	13.707米	2.5米	最小净距
22	热力管架	热力管架	1.800米	2.5米	最小净距
23	热力管架	热力管架	11.000米	2.5米	最小净距
24	热力管架	热力管架	10.000米	1米	最小净距
25	热力管架	热力管架	5.500米	0.5米	最小净距
26	热力管架	热力管架	3.300米	0.5米	最小净距
27	热力管架	热力管架	4.500米	0.5米	最小净距



图 7 城市管线最小水平净距分析

参考文献

- [1] 李黎. 城市综合地下管线信息系统框架建设探讨[J]. 地理空间信息, 2003, 01(4): 6-9.
- [2] 廉师友. 人工智能技术导论[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.
- [3] 刘春, 丛爱岩. 基于“知识规则”的 GIS 水系要素制图综合推理[J]. 测绘通报, 1999, (9): 20-24.
- [4] 朱世松, 鲁汉榕, 张恒喜. 基于广义规则的知识表示方法[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2004, 28(1): 151-154.
- [5] 阎国年, 张书亮, 龚敏霞. AM/FM/GIS 应用系统建设中若干问题的探讨[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6A(9): 895-899.
- [6] GB50289-98, 城市工程管线综合规划规范[S].

[收稿日期] 2004-11-04

[作者简介] 许婷(1979—), 女, 河北丰宁县人, 硕士研究生, 主要研究方向: 地理信息系统及其应用。

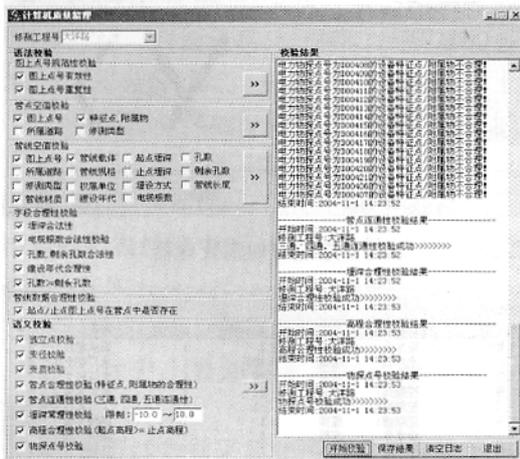


图 6 城市管线计算机校验

5 结论

本文通过对人工智能领域内专家系统中规则与推理的深入分析以及对城市管线的分析处理探讨了基于知识与规则的城市管线数据校验，这种基于知识与规则的城市管线数据校验系统不用改变程序逻辑,只需修改知识库就可以更新和扩充系统,使之推广到其他应用领域。